Toxicita vybraných těžkých kovů na vodní biocenózu

Ing. Jaroslav Růžička, Praha

Předmětná otázka je významná pro praktické posuzování zdrojů znečištění s dominujícím obsahem jednoho či více těžkých kovů. To zahrnuje, jak otázky způsobu jejich odstraňování z odpadních vod, tak hodnocení přípustnosti zbytkového znečištění pro daný typ recipientu. Pro druhou oblast hodnocení máme zde již rozsáhlou soustavu stále upřesňovaných normativů, které můžeme v popisovaném tématu rozdělit takto:

Vliv na vodní biocenózu povrchových vod
Vliv na kontaminaci říčních sedimentů
Vliv na vodní biocenózu městských čistíren diferencovaný na část oxickou a anoxickou

U povrchových vod je přitom struktura biocenózy významně širší oproti biocenóze čistírenských systémů.

Struktura výskytu těžkých kovů může být přitom velmi proměnlivá pro obvyklé zdroje znečištění z galvanizoven. Jde většinou o Cu, Cr, Ni, Zn do širšího přehledu je třeba zahrnout dále též Ag, As, Ba, Be, Cd, Cu, Hg, Mo, Pb, Sb, Sn, V a též i polokovy – As, Se.

Přehled současných normativů pro vybrané těžké kovy je uveden v následující tabulce:

	Ag	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
	μg/l							
Povrchové vody	3,5	11	0,3	18	14	20	7,2	92
Odpadní vody vypouštěné do veřejné kanalizace	---	200	100	300	1000	100	100	2000

Pro říční sedimenty a biotu jsou nově zavedeny normativy environmentální kvality. Příslušné hodnoty jsou zatím stanoveny jen pro některé kovy:

	Cd	Hg	Ni	Pb
	μg/kg			
Sediment	2300	470	3000	33000
Biota	160	20	---	1000

Pro kaly z městských čistíren jsou zejména stanoveny mezní rizikové hodnoty pro variantu jejich využití na zemědělskou půdu. Příslušné hodnoty jsou uvedeny v následující tabulce:

As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
μg/kg							
30	5	200	500	4	100	200	2500

Uvedený přehled je jen ilustrativní omezenou výsečí širší soustavy všech typů normativů, zahrnujících další druhy vod, včetně druhů jejich využití. K danému přehledu je třeba uvést rozdílnou náročnost pro hodnocení kontaminace povrchových vod a městských čistírenských zařízení. V prvém případě jde zejména o vliv na širokou strukturu druhů biocenózy, v druhém o komplikované vazby na typ biologického čištění, včetně potřeby zohlednit i znečištění produkovaného organického kalu.

V dalším uvedu několik základních informací o toxicitě kovů na vodní biocenózu. Je zde na místě zdůraznit dosud značně omezený rozsah rešeršních informací.

Základní mechanismus toxických účinků kovů není podrobněji znám. Soudí se, že jde o následující procesy:

Afinita s bílkovinami (zejména Hg, Cu)

Reakce se skupinami SH (Ag, Hg, Cu, Pb)

Výměna za Cd, Mg v buněčné bláně

Inhibiční účinky kovů na biocenózu závisí na jejich formě, tj. na působení iontů na povrch organismu. Obecně platí, že komplexotvorné ligandy toxický účinek mohou snižovat. Podobně to platí o vysrážení kovů (např. jako sirníky). Přehled možných interakcí vybraných kovů obecně ve vodách je uveden v následující tabulce:

	Aniontová výměna	Adsorbce	Acidobázická hydrolýza	Tvorba komplexů	Metylace
As	+				+
Cd		+	+	+	
Cu		+	+	+	
Hg		+	+	+	+
Pb		+	+	+	+
Se	+				+
Zn		+	+	+	

Počáteční koncentrace vybraných kovů na inhibici samočistících procesů dle dosavadních poznatků jsou uvedeny v následující tabulce:

Cd μg/l	100 - 500
Cu μg/l	100
Ni μg/l	400
Pb μg/l	600
Zn μg/l	400

Důležité jsou hodnoty toxických kovů na jednotlivé druhy organismů, které jsou velmi rozdílné. Zde se vychází z empirických dat, které jsou ovlivněny řadou faktorů. Kromě doby kontaktu zde hraje roli zejména složení vody (ve vztahu k popsaným pochodům).

Příklad výsledků toxicity vybraných kovů na Dafnie je uveden v následující tabulce:

	EC_{50}
Cd µg/l	41-1900
Cr^{3+} µg/l	100-1800
Cu µg/l	20-93
Pb µg/l	3600
Hg µg/l	5,2-200
Ni µg/l	7600
Zn µg/l	540 - 5100

Míra nebezpečnosti toxických účinků se však výrazně mění v případě souběhu přítomnosti více toxických kovů. Účinky se mohou prostě sčítat nebo zvyšovat (tzv. synergismus) popř. i snižovat (tzv. antagonismus). V dané tabulce je uveden příklad těchto vlivů pro vybrané dvojice kovů:

Sčítání	Ag–Hg, Hg-Cu, Ag-Cr, Hg-Cr
Zvýšení	Ag-Cu, Ag-Cd, Ag-Zn, Cu-Zn
Snížení	Hg-Cd

Zajímavé jsou výsledky s inhibicí splaškových vod těžkými kovy dle různých autorů. V tabulce je uveden přehled výsledků pokusů dle pořadí kovů s nejintenzivnějším účinkem:

1.	Hg, Ag, Cu
2.	Ag, Hg, Cu, Cr^{3+}, Pb, Ni, Cd, Zn
3.	Ag, Hg, Ni

Shrnutí:

Nastíněné údaje o závažnosti kontaminace vod těžkými kovy ukazují na složitost hodnocení vlivu zejména zdrojů znečištění s více druhy kovů. Přijatelná bezpečnost této kontaminace nemusí být vždy dosažena jen respektováním obecně platných normativů. Na jednu stranu výskyt více kovů souběžně v daném recipientu, na druhé straně popř. existence vyšších „pozaďových" koncentrací, popř. vliv „plošných" zdrojů, popř. mimořádných přítoků vytvářejí, jak rezervu v jejich případném negativním působení, tak potřebu reálného hodnocení takového vyššího rizika. Druhý případ může být přitom místně i časově omezený.

Získávání konkrétních praktických poznatků v této oblasti by mělo být podkladem pro rozhodování o přípustnosti této specifické kontaminace vodního prostředí. Je na místě též zdůraznit i potřebu dalších teoretických poznatků o chování kovů v kontaktu s vodní biocenózou.